

PAT-NO: JP02003090386A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003090386 A
TITLE: VIBRATIONPROOF ENGINEERING METHOD
PUBN-DATE: March 28, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKEMIYA, HIROKAZU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKEMIYA HIROKAZU	N/A
IWAMI KAIHATSU KK	N/A
BRIDGESTONE CORP	N/A

APPL-NO: JP2001281855

APPL-DATE: September 17, 2001

INT-CL (IPC): F16F015/08, E02D031/08 , F16F015/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a more practical and excellent vibrationproof engineering method capable of unconventionally providing a favorable vibrationproof effect and also capable of contributing to the reduction of construction costs.

SOLUTION: At least one layer of waste tires is buried in a horizontal and/or vertical arrangement underground right below or in the circumference of a structure under the application of the vibrationproof engineering method to prevent and reduce vibration to propagate to a periphery of

the structure of
generating or receiving vibration. It is preferable to
fill at least one kind
as a filling material selected from site sediment,
fluidized treated soil and
urethane foam into the waste tires. Additionally, it is
preferable to arrange
the waste tires in the horizontal state and to connect the
adjoining tires to
each other.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-90386

(P2003-90386A)

(43) 公開日 平成15年3月28日 (2003.3.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

F 1 6 F 15/08

F 1 6 F 15/08

B 3 J 0 4 8

E 0 2 D 31/08

E 0 2 D 31/08

F 1 6 F 15/02

F 1 6 F 15/02

J

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-281855(P2001-281855)

(22) 出願日 平成13年9月17日 (2001.9.17)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成13年5月8日
社団法人地盤工学会発行の「第36回地盤工学研究発表会
—平成13年度発表講演集(2分冊の2)—」に発表

(71) 出願人 501366720

竹宮 宏和

岡山県岡山市津島中3-1-1 岡山大学
環境理工学部環境デザイン工学科内

(71) 出願人 394006059

岩水開発株式会社

岡山県岡山市福吉町18番18号

(71) 出願人 000005278

株式会社ブリヂストン

東京都中央区京橋1丁目10番1号

(74) 代理人 100096714

弁理士 本多 一郎

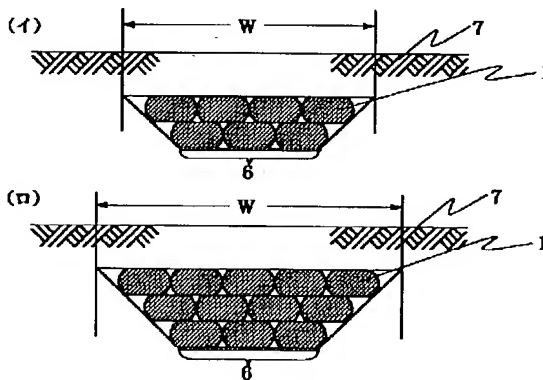
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 防振工法

(57) 【要約】

【課題】 従来になく良好な防振効果を得ることができ、かつ、工費の低コスト化にも寄与することのできる、より実用的で優れた防振工法を提供する。

【解決手段】 振動を発するかまたは振動を受ける構造物の周辺に伝播する振動を防止、低減するための防振工法において、廃タイヤを、前記構造物の下方または周囲の地中に、横置きおよび/または縦置き配列状態にて少なくとも1層埋設する。廃タイヤには、現地土砂、流動化処理土およびウレタンフォームから選ばれる少なくとも1種を中詰材として充填することが好ましい。また廃タイヤを横置き状態にて配列し、隣接する廃タイヤ同士を連結させることが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動を発するかまたは振動を受ける構造物の周辺に伝播する振動を防止、低減するための防振工法において、

廃タイヤを、前記構造物の下方または周囲の地中に、横置きおよび／または縦置き配列状態にて少なくとも1層埋設することを特徴とする防振工法。

【請求項2】 前記廃タイヤに、現地土砂、流動化処理土およびウレタンフォームから選ばれる少なくとも1種を中詰材として充填する請求項1記載の防振工法。

【請求項3】 前記廃タイヤを横置き状態にて配列し、隣接する廃タイヤ同士を連結させる請求項1または2記載の防振工法。

【請求項4】 前記廃タイヤをハニカム形状を形成するように横置き状態にて配列する請求項1または2記載の防振工法。

【請求項5】 前記廃タイヤを縦置き状態にてタイヤ中心軸が一致するように配列する請求項1または2記載の防振工法。

【請求項6】 埋設廃タイヤの下層面に硬質層を形成する請求項1または2記載の防振工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は防振工法に関し、詳しくは、道路や鉄道構造物等の振動発生源の近傍の地盤内における振動の伝播を抑制することにより、周辺の建造物や地表面の振動を防止または低減するための防振工法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、交通振動や機械振動によって、道路、鉄道構造物等の周辺における振動障害が多発している。特に、通行量の多い道路や鉄道の軌道近傍においては、かかる振動が周辺家屋や住民に及ぼす悪影響は甚大であり、より効果的に、かつ、効率よく振動の抑制を図るための方策が強く求められている。

【0003】従来知られている振動の抑制方法としては、例えば、振動の伝播経路の地盤内に空溝を設ける防振溝工法や、この空溝を特定の材料により充填して地中壁を形成する防振地中壁工法等がある。これらの工法は、夫々空溝または地中溝の存在により地盤内を伝播する振動を直接遮断して防振効果を得るものであるが、前者の場合、空溝をそのまま保持することは実際上不可能であるために土留や支保部材を設置する補助工事を行う必要が生じてコスト増を招くことに加え、かかる補助工事により振動遮断効果が低減してしまうという難点があった。また、後者の方法は、前者における補助工事の必要性をなくすために空溝を一定の材質の地中壁に代えたものに過ぎず、一般に、前者ほどの防振効果が得られるものではなかった。

【0004】これらに対し、本発明者らは先に、平板ブ

ロックを埋設することによる制振方法（平板ブロック（WIB）工法）を提案している（特許第2850187号）。この技術は、振動を発するが、または振動を受ける基礎構造物の下方若しくはその周囲の地中に、特定の大きさおよび剛性を有する平板ブロックを特定の深さで埋設することを特徴とするものであり、平板ブロックが従来用いられていた鉛直方向の地中壁に比べて制振効果が高いことを見出したことにより、本発明者らの確立した地盤内における波動伝播に関する理論（波動の伝播・非伝播現象の識別法）に基づき実現されたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法は有効な振動抑制方法ではあるものの、近年ますます高まってきている防振効果の要求水準を現在においてまで十分に満たしているものとは云えず、また、材料費を含めた工費が高額になるという難点もあった。

【0006】そこで本発明の目的は、従来になく良好な防振効果を得ることができ、かつ、工費の低コスト化にも寄与することのできる、より実用的で優れた防振工法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記特許第2850187号公報に記載の地盤内波動伝播理論を基礎にして、より防振効果の向上を実現すべく鋭意検討した結果、廃タイヤの力学的特性を利用した構築物により、従来方法にはない優れた防振効果が得られることを見出し、本発明を完成するに至った。即ち、本発明の防振工法は、以下の通りである。

【0008】（1）振動を発するかまたは振動を受ける構造物の周辺に伝播する振動を防止、低減するための防振工法において、廃タイヤを、前記構造物の下方または周囲の地中に、横置きおよび／または縦置き配列状態にて少なくとも1層埋設することを特徴とする防振工法である。

【0009】（2）前記（1）の防振工法において、前記廃タイヤに、現地土砂、流動化処理土およびウレタンフォームから選ばれる少なくとも1種を中詰材として充填する防振工法である。

【0010】（3）前記（1）または（2）の防振工法において、前記廃タイヤを横置き状態にて配列し、隣接する廃タイヤ同士を連結させる防振工法である。

【0011】（4）前記（1）または（2）の防振工法において、前記廃タイヤをハニカム形状を形成するように横置き状態にて配列する防振工法である。

【0012】（5）前記（1）または（2）の防振工法において、前記廃タイヤを縦置き状態にてタイヤ中心軸が一致するように配列する防振工法である。

【0013】（6）前記（1）または（2）の防振工法において、埋設廃タイヤの下層面に硬質層を形成する防

振工法である。

【0014】上記本発明によれば、前述の地盤内波動伝播理論に基づく波動バリアーの構築技術（特許第2850187号）と、中詰タイヤの力学的特性に関する新たな知見との組合せにより、タイヤの特性を最大限活用して地盤内振動伝播の減衰効果の大幅な向上を図ることができるとともに、本来廃材である廃タイヤのリサイクル効果で工費の削減にも大いに寄与することができる。その結果、実用価値の高い防振技術の提供が可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。本発明においては、振動を発生するか、または振動を受ける構造物の下方または周囲の地中に、以下に詳述する本発明に係る中詰タイヤを用いた構築物を埋設する。

【0016】本発明においては、廃タイヤの中詰材として現地土砂、流動化処理土、ウレタンフォーム等を用いることができるが、少なくとも廃タイヤの中空部（ドーナツ部）の中詰材としてはウレタンフォームが好ましい。この場合、ウレタンフォーム原料配合により硬度を調節することで振動入力に対する中詰タイヤの剪断速度を容易に変えることができる。また、中詰材として現地土砂や流動化処理土を用いた場合には、タイヤ中空部の充填に空隙が生じやすく、空隙が存在すると強度が低下してしまうために、充填には十分注意を払う必要があるが、ウレタンフォームの場合、タイヤの中空部の屈曲に対しても空隙を生ずることなく密な充填を行うことが容易であり、この点でも好ましい。さらに、ウレタンフォームは他の材料に比べて軽量であるため、中詰タイヤ自体も非常に軽量に形成できることから、持ち運びは勿論、軟弱地盤上にも好適に適用することができ、地下水による浮力効果で軽量な地中構築物とすることができる。

【0017】図1の（B）に模式的に示すように、廃タイヤ2の中空部に、中詰材3を充填した中詰タイヤ1を地中に埋設することにより入力振動の減衰効果が得られる理由としては、伝播する周期的な入力（中詰タイヤ1）がタイヤ材自体の弾性変形により変調効果を受け、入力エネルギーが消失することが挙げられる。例えば、図1の（A）に示すように中詰タイヤ1を地中に縦置き配置した場合、地表面から伝播する振動が中詰タイヤ内に入力すると、タイヤに弾性変形が生じて入力振動の周期特性をタイヤの径の2倍に対応する形で変調させ、結果として、入力振動がタイヤの車軸に沿ったオーバリング振動に変換されるという波動の散乱現象が起こる。即ち、鉛直方向の入力応力がタイヤ周方向に伝播するフープ応力に変換され、中詰材に応じた波長にて干渉作用により入力する振動エネルギーの損失が生じて、伝播する振動が大幅に減衰されることになる。尚、図1の（A）には縦置きの場合の振動減衰機構について示したが、横置きの場合でも理論

的には同じであり、地表面に対し水平に伝播する振動に対して同様のことがいえる。

【0018】廃タイヤ内に充填する中詰材3を変えることによって中詰タイヤ内の振動の伝播波長を適宜調整することができるため、例えば、対象となる構造物、例えば、道路の交通荷重の周期帯に対応して、入力振動の周期性に応じた波長とすることにより、減衰効果を高めることができる。

【0019】中詰材3としてウレタンフォームを用いる場合の、配合原料、廃タイヤ2に対する充填法等は特に制限されるべきものではなく、例えば、配合原料としては、主剤にTDIとポリオールからのプレポリマーを使用し、硬化剤の架橋剤にMOCA（3，3'-ジクロロ-4，4'-ジアミノジフェニルメタン）とポリオールとを併用することを一般的に行うことができるが、硬化性向上のために主剤に反応性の高いMDI系プレポリマーや、硬化剤に反応性の高いポリアミン（ジエチルトルエンジアミン、3，5-ジメチルチオトルエンジアミン、3，3'-ジエチル-4，4'-ジアミノジフェニルメタン等）を使用することもできる。また、充填法としては、例えば、現場発泡ウレタンスプレー機を用いることができる。

【0020】廃タイヤ2の中空部（ドーナツ部）4とホイール配置領域（中央部）5の双方に流動化処理土を使用するか、または廃タイヤ2の中空部の中詰材3はウレタンフォームとしホイール配置領域5に流動化処理土を使用する場合、かかる流動化処理土としては汎用の流動化処理土に産業廃棄物を混合して用いてもよく、本工法においてはこれにより廃棄物処理にも寄与することが可能となる。但し、この場合、地盤汚染への考慮が必要であり、周囲地盤への悪影響がないようにすることが重要となる。

【0021】本発明の工法においては、本来廃棄物である廃タイヤを主要材料として使用するために材料コストを大幅に削減することが可能であり、防振効果の向上に加えて、低コスト性の点でも従来工法に比し優れている。

【0022】中詰タイヤ1の配置形態については特に制限はなく、対称となる構造物に応じて適宜決定することが可能である。タイヤの埋設方向は、横置き、縦置きのいずれでもよく、双方を組合せて用いてもよい。好適には、対象構造物の下方の地中に、前記公報に基づく好適深さにおいて、前記公報に基づく好適面積にわたり硬質層を形成し、この硬質層上に、廃タイヤ1を適宜間隔にて配置して、埋設を行う。尚、かかる硬質層は地盤の硬さに応じその厚さおよび硬さを適宜選定すればよい。

【0023】かかる硬質層上への廃タイヤ1の配置形態の好適例を図2の（イ）および（ロ）に示す。図2の（イ）および（ロ）は、いずれも硬質層上に中詰タイヤ1を隣りなく配置した例であり、このような廃タイヤ層

は1層にて形成してもよいが、配置位置をずらして全体の強度を一定に保ちつつ、深さ方向に2層以上の廃タイヤ層を形成することが好適である。廃タイヤ層を2層または3層にて積層した場合における廃タイヤの埋設構造の一例の断面図を図3の(イ)および(ロ)に示す。図中の6は地中に形成した硬質層であり、7は地表面である。尚、かかる廃タイヤ層を形成する場合に、廃タイヤのホイール配置領域およびタイヤ間の隙間には、現地土砂や流動化処理土を土壌等に詰めて充填することができる。

【0024】また、配置形態としては、図4(イ)に示すように、中詰タイヤ1を横置き状態にて一定個数で正六角形を描くように配置して、図4(ロ)に示すように、全体としてハニカム形状配置とすることも好適である。この場合も適宜深さ方向に1層または2層以上に、廃タイヤ層を形成することができる。

【0025】さらに、本発明の工法においては、廃タイヤの地盤変形に伴う移動や、廃タイヤと周辺地盤との間に生ずる摩擦によっても、入力エネルギーの吸収が起こり、地盤内の振動減衰効果をより向上することができる。例えば、図5および6に示すように、中詰タイヤ1を硬質層6上に縦置き状態にてタイヤ中心軸が一致するよう並置して、1層または2層以上の廃タイヤ層を形成した好適配置形態の場合には、地表面からの入力応力に対して、上部地盤8と硬質層6との間に挟まれた廃タイヤ層にサンドイッチ効果が働くことになる。即ち、この廃タイヤ層は剪断速度が高く密度が小さいことから、垂直方向の入力応力は、廃タイヤ層に対し、上下地盤間で水平方向への剪断変形を引き起こす方向に働くことになり、これにより、前述の個々の廃タイヤ内における振動減衰効果に加え、中詰タイヤ1の水平方向への移動および周辺地盤との間の摩擦によっても、振動を減衰させることができるのである。

【0026】また、この配置形態の場合には、中詰タイヤ1のホイール配置領域に形成された連通する貫通孔1*

施工部	打設量 (m ³)	配合 (kg)			7日強度 (kN/m ²)	28日強度 (kN/m ²)
		土	水	セメント		
第一層	9.6	712	687	150	474	825
第二層	9.6	748	670	150	404	839
第三層	13.5	739	673	150	414	906

【0030】実験地には、地表面の下にN値10以下の表層が存在し、GL11.5m付近にN値50以上の砂礫層が存在していた。ここに、地表面からの深さ0.5mの位置に硬質層を形成して、図2(イ)に示す配置形態および図3(ロ)に示す積層形態にて、最上層の埋設領域面積が幅5m×長さ10mとなるよう廃タイヤ層を3層にて積層し、埋設を行った。各タイヤ間は、個々のタイヤが独立して動くのを防ぐため、ビニールテープ止めで拘束した。

*0内に、流動化処理土11を充填することで、流動化処理土11が並置された中詰タイヤ1間を連結する機能を発揮し、特に接続手段を設けなくても、各タイヤ間の連続状態を安定して維持することができる。尚、図2、3および4に例示したような横置き状態で各タイヤ間を隣接させた配置形態の場合には、例えば、ビニールテープ等の適宜の接続部材を用いて各タイヤ間の隣接部位を繋ぎ合わせ等して連結させ、夫々のタイヤが独立に動かないようにすればよい。

10 【0027】かかる中詰タイヤ1または廃タイヤ層の埋設深さおよび埋設領域面積については、前記公報中に記載の地盤内波動伝播理論に基づき適宜定めることができる。特に、中詰タイヤ1の埋設領域面積、または、例示したような廃タイヤ層のうち少なくとも1層の面積が、対象となる構造物の底面部面積と略同一以上となるようにすることが好適である。例えば、図3の(イ)および(ロ)に示すような断面配置形態にて廃タイヤ層を形成する場合には、図示する廃タイヤ層の最大幅Wを、対象構造物、例えば、道路または線路等の幅と同じかまたはそれ以上とすることが好ましい。

【0028】

【実施例】以下、本発明を実施例により説明する。最初に、平均サイズで外径60cm、幅20cm程度の廃タイヤの中空部(ドーナツ部)および中央部(ホイール配置領域)に流動化処理土を充填して所定の個数の中詰タイヤ(図7~10中「流動化処理土WIB」と称する)を作製した。また、同程度の廃タイヤに同様に原地盤の土砂を充填して所定の個数の中詰タイヤ(図7~10中「廃タイヤWIB」と称する)を作製した。なお、図7~10中、地盤改良前については「原地状態」または「WIB施工前」と称する。用いた流動化処理土の配合は下記の表1に示す通りである。

【0029】

【表1】

※【0031】上記廃タイヤ埋設領域の中心部を加振点(ゼロ地点)として、振動源としての、ヒンジ構造のアーチ(約70cm)の先端に重錘(約70kg)を取り付けたガイド・ハンマーによる衝撃载荷と、ダンプトラックおよびキャタピラ車の走行による繰り返し振動载荷とを適用し、幅方向に向かって5mの間隔ごとに30m地点までの一測線上の7地点で、周辺地盤の振動の計測を行った。制振の効果を図7に示す。なお、計測には、サーボ型速度計((株)東京測振製)を用いた。また、

比較として、廃タイヤ埋設前の未改良状態の地盤についても同様の計測を行った。

【0032】図7のグラフは地盤の速度応答に関して描いたもので、横軸に時間(秒)、縦軸に速度(cm/秒)をとる。また、図8は、図7に示す結果のフーリエ・スペクトルを示しており、横軸に振動数(Hz)、縦軸にフーリエ振幅(cm/秒・秒)をとる。

【0033】上述の測定結果から、地盤改良前に比べて改良後は50%以上の振動抑制効果を発揮していることが分かる。特に、地盤改良後の応答は減衰性が大きいことを示している。

【0034】次に、図9は、廃タイヤ中詰を原地盤の土砂で施工した場合の測定結果である。図9から、一般の交通車両から発生する振動数は10Hz余りであるが、実施例の施工法においてはこの加振振動数に対して30%の有効な制振効果を全距離にわたって示すことが確かめられた。

【0035】図10は、図9の測定結果のコンピュータ・シミュレーションによる結果であり、この図10から廃タイヤ中詰を十分に固くすることで振動の低減が大きく現れることが分かる。特に、廃タイヤを縦置きに並べることで、より大きな剛性が期待できる。

【0036】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明の防振工法によれば、従来になく良好な防振効果を得ることができるとともに、廃棄物としての廃タイヤの使用により、工費の低コスト化にも寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は、地表面から伝播する振動の埋設廃タイヤ内への入力の様子を示す説明図である。(B)は、本発明に係る廃タイヤの断面図である。

【図2】廃タイヤの配置形態の好適例を示す平面図である。

【図3】廃タイヤの埋設構造の一例を示す垂直方向断面図である。

【図4】廃タイヤのハニカム形状の配置形態を示す概略平面図である。

【図5】廃タイヤの縦置き状態における配置形態の好適例を示す概略斜視図である。

【図6】図5の配置形態における振動減衰効果を示す説明図である。

【図7】実施例における計測結果における時刻歴応答の比較を示すグラフである。

【図8】実施例における計測結果におけるフーリエスペクトルの比較を示すグラフである。

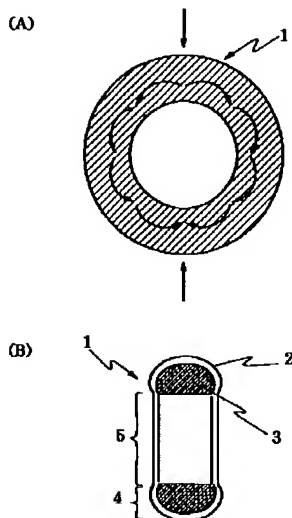
【図9】実施例における計測結果における最大速度の距離減衰を示すグラフである。

【図10】実施例における解析結果における距離減衰を示すグラフである。

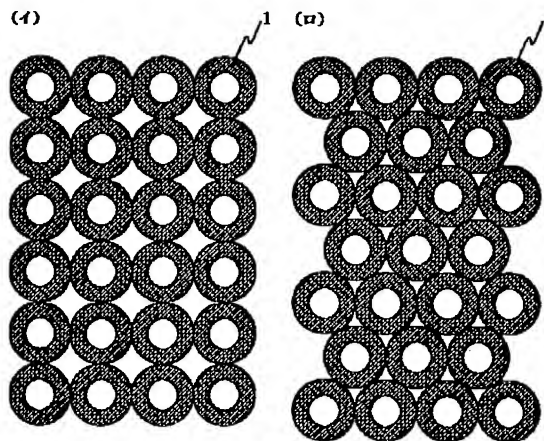
【符号の説明】

- | | |
|----|----------|
| 1 | 中詰タイヤ |
| 2 | 廃タイヤ |
| 3 | 中詰材 |
| 4 | 中空部 |
| 5 | ホイール配置領域 |
| 6 | 硬質層 |
| 7 | 地表面 |
| 8 | 上部地盤 |
| 9 | 上部地盤 |
| 10 | 貫通孔 |
| 11 | 流動化処理土 |

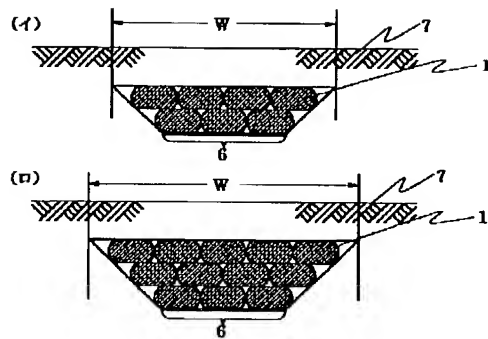
【図1】



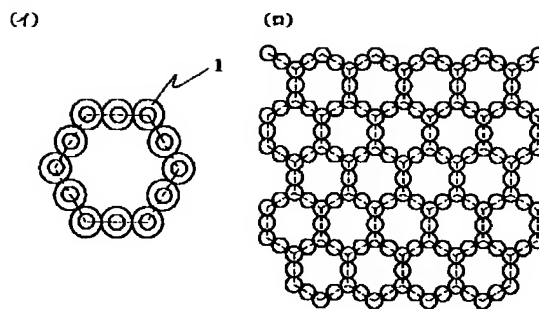
【図2】



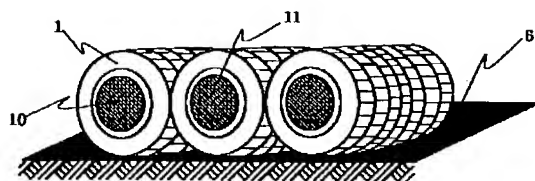
【図3】



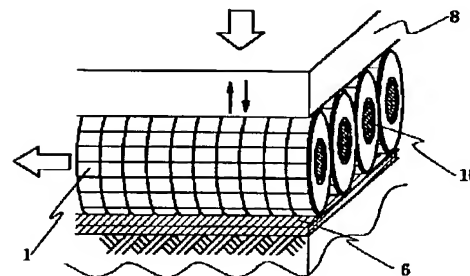
【図4】



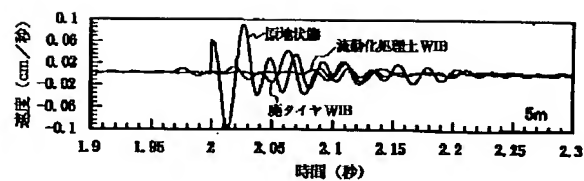
【図5】



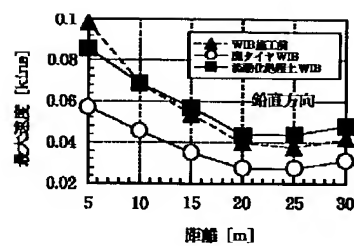
【図6】



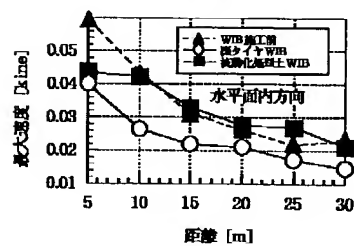
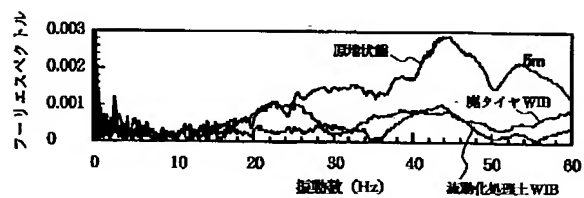
【図7】



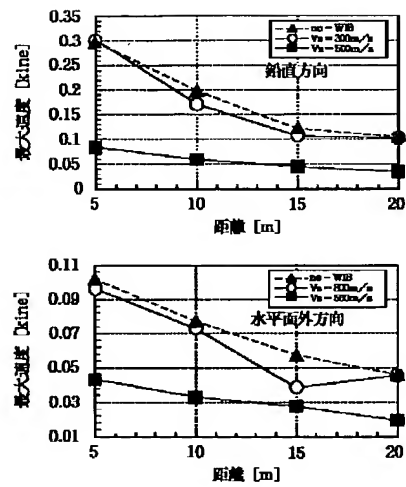
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 竹宮 宏和

岡山県岡山市津島中3-1-1 岡山大学
環境理工学部環境デザイン工学科内

Fターム(参考) 3J048 AA01 AC02 BA24 BD06 DA03

EA38